



(12) Offenlegungsschrift

(11) DE 3901378 A1

(51) Int. Cl. 4:

F 26 B 21/06

F 26 B 13/10

D 21 D 3/00

D 21 F 5/00

B 05 C 9/12

B 05 C 21/00

DE 3901378 A1

(21) Aktenzeichen: P 39 01 378.2
 (22) Anmeldetag: 19. 1. 89
 (43) Offenlegungstag: 10. 8. 89

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)
 02.02.88 FI 880459

(71) Anmelder:
 Valmet Paper Machinery Inc., Helsinki, FI

(74) Vertreter:
 Lorenz, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 7920 Heidenheim

(72) Erfinder:
 Lalli, Esko, Raisio, FI

(54) Verfahren zur Regelung, Steuerung und/oder Überwachung einer Bahnbeschichtungstrocknung

Verfahren zur Regelung, Steuerung und/oder Überwachung der Beschichtungstrocknung einer Bahn (W). Eine Papierbahn (W) wird durch Streichwerke (30) geführt, in welchen auf die Bahn Streichmasse aufgetragen wird, mit welcher behandelt die Bahn (W₁) zur Beschichtungstrocknung geführt wird. In dem Verfahren wird ein Computer (110) zur Prozeßsteuerung eingesetzt und ein Prozeßmodell angewendet, das aufgrund von Probeläufen, On-line-Messungen und/oder der Trocknungstheorie des zu steuernden Prozesses erstellt ist. Das Prozeßmodell berechnet wenigstens die Temperaturen der zu streichenden Papierbahn, die Trockengehalte der Streichschicht nach jedem der genannten Trockner sowie die Lage des Erstarrungsbereichs der Beschichtung. Aus einer sog. Rezeptkarte werden sortenspezifische Sollwertparameter der betreffenden Bahnsorte in das Trockenmodell gegeben. In das Simulationsprogramm werden in bestimmten Zeitabständen neue Ausgangswerte eingegeben, als welche die von den verschiedenen Meßgebern (1-25) des Beschichtungstrocknungsprozesses erhaltenen Meßwerte (a-k) der Prozeßparameter verwendet werden. Zur Minimierung der Ungenauigkeiten des Prozeßmodells wird im Verfahren ein adaptierendes Prozeßmodell angewendet, zu welchem Zweck im Prozeßmodell ein oder mehr bestimmte Parameter als Veränderliche gehalten werden, der/die von den neuen Prozeß-Ausgangswerten ausgehend in der richtigen Richtung adaptiert werden, derart, daß das Prozeßmodell als Ergebnis für die ...

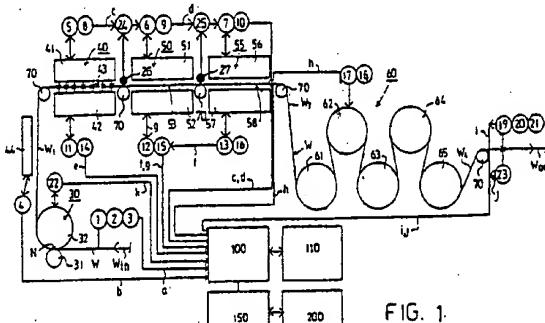


FIG. 1.

DE 3901378 A1

1
Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung, Steuerung und/oder Überwachung der Beschichtungstrocknung einer Bahn, wobei in dem Verfahren eine endlose Papier- oder Kartonbahn durch ein oder mehrere Streichwerke geführt wird, in welchen auf eine oder beide Seiten der Bahn Streichmasse aufgetragen wird, mit welcher behandelt die Bahn zur Beschichtungstrocknung durch einen oder mehrere Trockner geführt wird, in dem/denen Mehrzylindertrocknung und/oder berührungslose Luftswebetrocknung und/oder Infraröntgertrocknung angewendet wird, und in dem Verfahren ein Computer zur Prozeßsteuerung eingesetzt wird.

Papierbahnen werden in an sich bekannter Weise entweder mit separaten Streichvorrichtungen oder mit der Papiermaschine integrierten On-machine-Vorrichtungen oder Oberflächenleimvorrichtungen beschichtet, die hinter der Trockenpartie der Papiermaschine arbeiten derart, daß die zu streichende Bahn vom Mehrzylindertrockner in die Streichvorrichtung geführt wird, auf welche ein oder mehrere Luftsweb- und/oder Infraröntgertrockner und schließlich z.B. eine Trockenzylingergruppe als Nachtrockner folgen. Ein typischer Anwendungsbereich des Verfahrens dieser Erfindung ist die genannte Trockenpartie, die nach der Streichvorrichtung folgt.

Es sind sog. Schwebetrockner bekannt, in denen Papierbahnen, Kartonbahnen oder dergleichen berührungslos getrocknet werden. Schwebetrockner werden z.B. in Papierstreichvorrichtungen hinter dem Walzen- oder Düsenstreichwerk zum berührungslosen Tragen und Trocknen der gestrichenen nassen Bahn eingesetzt. In Schwebetrocknern werden verschiedene Trocknungs- und Tragluftblasdüsen und deren Kombinationen angewendet.

Es sind auch verschiedene Trockner bekannt, die auf Strahlungswirkung, speziell auf Infrarotstrahlungswirkung, beruhen. Beim Einsatz von Infrarotstrahlung besteht der Vorteil darin, daß schnell ein großer Wärmestrom in die Bahn geleitet werden kann, weil die Strahlung eine verhältnismäßig große Eindringtiefe hat, die mit kleiner werdender Strahlungswellenlänge wächst.

Der Beschichtungstrocknungsprozeß ist sehr kompliziert und zu dessen Steuerung und Überwachung ist erforderlich, mehrere verschiedene Prozeßparameter zu kennen. Die Überwachung und Regelung der Trocknung in Streichmaschinen erfolgt in an sich bekannter Weise mit Hilfe folgender Meßdaten: Temperaturen der Trocknungsluft des Schwebetrockners, Kammerdrücke der Trocknungsluft des Schwebetrockners, Feuchtigkeitsgehalt der gestrichenen Bahn nach der Trocknung, Dampfdrücke der Zylinder des als Nachtrockner dienenden Mehrzylindertrockners und el. Stromverbrauch des Infrarottrockners. Die genannten Daten sagen dem Bediener u.a. jedoch noch nichts darüber aus, wie sich die Verdampfung unter den einzelnen Trocknungseinheiten verteilt und wie effektiv diese Einheiten sowohl energiewirtschaftlich als auch qualitativ beim Fahren verschiedener Papiersorten arbeiten.

Bei bekannten Steuerungs- und Überwachungssystemen des Streichvorgangs und der Strichtrocknung von Papierbahnen haben sich u.a. folgende Schwächen gezeigt. Nach einem Bahnriß oder Sortenwechsel war eine verhältnismäßig lange "Einstellzeit" nötig, während der die Bahn in den Ausschuß geht, bevor wieder eine zufriedenstellende Qualität gefahren werden kann. Auch

das Qualität/Produktionskosten-Verhältnis ließ zu wünschen übrig, insbesondere bezüglich der Energiekosten. Die bekannten Systeme erfordern verhältnismäßig viel Überwachung und besonders fachkundiges Überwachungspersonal. Alles in allem haben die bekannten Systeme dem Bedienungspersonal nicht genügend Daten aus dem Streichprozeß geliefert und das Personal beim Suchen von Funktionsstörungen und beim Optimieren der Qualität des Produktionsprozesses und des Papiers nicht genügend unterstützt. Weiter haben die heute betriebenen Systeme z.B. für die Bemühungen, die Papierqualität durch Forschungstätigkeit zu verbessern, nicht genügend Informationen geboten.

Die vorliegende Erfindung hat zur Aufgabe, ein neues Steuerungs- und Überwachungssystem für den Streichprozeß, speziell den Beschichtungstrocknungsprozeß, mit Hilfe von On-line-Simulation zu schaffen. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Steuerungs- und Überwachungssystem zu schaffen, durch dessen Anwendung bessere Papierqualität und effektivere Trocknung sowohl bezüglich des Energieverbrauchs als auch der Qualität erzielt wird.

Die vorliegende Erfindung soll das in der FI-Patentanmeldung 8 65 199 der Anmelderin beschriebene Steuerungs- und Überwachungsverfahren des Streichtrocknungsprozesses weiter entwickeln, speziell bezüglich dessen Regelungsversion.

Zur Erreichung der im vorstehenden genannten und weiter unten deutlich werdenden Ziele ist für die Erfindung im wesentlichen charakteristisch, daß in dem Verfahren ein Prozeßmodell angewendet wird, das aufgrund von Probeläufen, On-line-Messungen und/oder der Trocknungstheorie des zu steuernden Prozesses oder dessen Äquivalents erstellt ist, daß aufgrund des genannten Prozeßmodells wenigstens die Feuchtigkeit, Temperatur und/oder der Trockengehalt der Streichbeschichtung der zu streichenden Papierbahn nach jedem der genannten Trockner berechnet werden, daß aus einer sog. Sorten- und Rezeptkarte sortenspezifische Sollwertparameter, die der zu fahrenden Bahnsorte entsprechen, in das Trocknungsmodell gegeben werden, daß in bestimmten Zeitabständen in das Simulationsprogramm neue Ausgangswerte eingegeben werden, als welche die von den verschiedenen Meßgebern des Beschichtungstrocknungsprozesses erhaltenen Meßwerte der Prozeßparameter und möglicherweise im Labor analysierte Bahn- und Beschichtungsproben verwendet werden, daß zur Minimierung der Ungenauigkeiten des Prozeßmodells in dem Verfahren ein adaptierendes Prozeßmodell angewendet wird, zu welchem Zweck im Prozeßmodell ein oder mehr bestimmte Parameter als Veränderliche gehalten werden, die von den neuen Prozeß-Ausgangswerten ausgehend in der richtigen Richtung adaptiert werden derart, daß das Prozeßmodell als Ergebnis für die gemessenen Parameter Werte gibt, die den Meßergebnissen entsprechen, und daß als letztgenannte Parameter die Feuchtigkeit Temperatur und/oder der Trockengehalt der Streichschicht gemessen werden.

Das in der Erfindung angewendete adaptierte und mit Hilfe von Simulationstechnik geschaffene Prozeßmodell beruht auf Messungen, Probeläufen und der Trocknungstheorie. Zweckmäßig berechnet das in der Erfindung anzuwendende Simulationsprogramm aus den Ausgangsdaten die Verdampfung aus der gestrichenen

Bahn, die Feuchtigkeit und Temperatur der Bahn, sowie den Trockengehalt der Streichschicht nach jeder Trocknungseinheit, die Lage und Temperatur des Erstarrungsbereichs sowie den Energieverbrauch der einzelnen Trocknungseinheiten.

Das in der Erfindung genutzte Simulationsprogramm enthält ein oder mehr offene Parameter, zweckmäßig Wärme- und Stoffübertragungskoeffizient zwischen der zu trocknenden Bahn und der Umgebungsluft unter Berücksichtigung der Feuchtigkeitsleitfähigkeitseigenschaften von Bahn und Beschichtung. Genannter oder genannte Parameter werden überschlagsweise aus dem Prozeß bestimmt derart, daß der gemessene und der simulierte Feuchtigkeitswert und/oder andere Werte der Bahn einander gegenseitig entsprechen.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl zur Regelung als auch zur Optimierung des Prozesses angewendet werden.

Weil im Streichtrocknungsprozeß im allgemeinen bis zu drei verschiedene Heizenergien verwendet werden, 20 nämlich Dampf in den Trockenzylindern, el. Strom im Infratrockner und Erdgas im Schwebetrockner, und deren Preisverhältnisse variieren, ist erforderlich, die Verhältnisse der einzelnen Energieformen zu optimieren, um ein möglichst günstiges Qualität-Trocknungsenergieverbrauch-Verhältnis zu erzielen. Auch diese Optimierung kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren realisiert werden, beispielsweise indem der Prozeß unter Betonung der einzelnen Trocknungsformen gefahren wird, wobei die einzelnen Energieverbräuche, die 30 das System für die verschiedenen Fahrweisen angibt, unter Berücksichtigung der Qualitätseigenschaften der Bahn miteinander verglichen werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren dient auch als indirektes Meßsystem, mit dem sogar in großer Menge sortenspezifische Meßparameter und simulierte Werte gesammelt und in den Speicher des Computers eingespeichert werden können und diese Daten für die Weiterentwicklung des Streichprozesses und zur weiteren Präzisierung des in der Erfindung anzuwendenden Prozeßmodells und Simulationsprogramms genutzt werden können. Dabei kann in der Erfindung von einem sehr grob gefaßten Prozeßmodell ausgegangen werden, das mit der Zeit präzisiert und gerade dem zu steuernden Streichprozeß und den variierenden Betriebsverhältnissen entsprechend weiterentwickelt werden kann. Zur genannten Entwicklungstätigkeit gehören in Labortests gesammelte Qualitätsdaten, die mit den aus den Fahrparametern und Simulationsergebnissen gesammelten Daten zusammen zur Erstellung der Sortenkarten der verschiedenen zu streichenden Sorten benutzt werden, welche Sortenkarten im Regelungsverfahren der Erfindung als sortenspezifische Sollwertparameterserien verwendet werden.

In dem erfindungsgemäßen System hat der Bediener die Möglichkeit, die Sortenkarte zu datieren, wobei die Werte der Fahrsituation im Speicher des Computers als Richtwerte eingespeichert werden. Auf diese Weise können für jede Sorte die optimalen Fahrzustände bezüglich der Qualität und/oder des Energieverbrauchs gesammelt werden.

Das erfindungsgemäße System kann zur Regelung und/oder Steuerung der einzelnen Parameter der Beschichtungstrocknung einer Bahn wie folgt benutzt werden:

Endfeuchtigkeit der Beschichtung/des Papiers;

– das Prozeßmodell errechnet Richtwerte für die

5 einzelnen Trockner des Prozesses, mit denen die gewünschte Endfeuchtigkeit erzielt wird oder
– die Fahrwerte des Trockners werden derart geändert, daß das Verdampfungsprofil in Maschinenrichtung dem im Speicher des Computers eingespeicherten optimalen Fahrzustand entspricht.

Erstarrungsbereich der Beschichtung;

10 – es wurde festgestellt, daß die Trocknung bei einem Trockengehalt der Streichschicht im sog. kritischen Bereich (ca. 75 – 80%) zumindest bei bestimmten Pastensorten vorsichtig erfolgen muß. Mit dem erfindungsgemäßen System läßt sich der Erstarrungsbereich der Streichpaste an eine gewünschte oder eine in der Sortenkarte gespeicherte, dem optimalen Fahrzustand entsprechende Stelle steuern/regeln.

15 – im Labor kann für jeden Pastentyp der Immobilisationspunkt bzw. Trockengehalt bestimmt werden, bei dem die Viskosität der Paste ins Unendliche wächst. Wenn der Trockengehalt im erfindungsgemäßen System den entsprechenden Wert des Immobilisationspunktes erreicht, erscheint auf dem Computerbildschirm die Erstarrungspunktmarke am entsprechenden Platz des Trocknungsprozeßbildes.

20 Mit dem erfindungsgemäßen System können vorteilhaft einige Regelungsmaßnahmen verbunden werden, wie z.B. die Feuchtigkeitsregelung der Abluft der Schwebetrockner. Die Abluftmenge des Trocknungsprozesses wird im allgemeinen konstant gehalten und sie ist derart bemessen, daß sie die den maximalen Verdampfungswerten entsprechende Feuchtigkeit abführt.

25 Mit der Hauptversion der Erfindung lassen sich bedeutende Energieeinsparungen erzielen, wenn die Abluftfeuchtigkeit bei variierenden Fahrzuständen durch Regelung der Abluft- und Ersatzluftmengen mit dem erfindungsgemäßen Regelungssystem im wesentlichen konstant gehalten wird. Auch die Bahntemperatur kann vor dem Streichwerk geregelt werden. Bei bestimmten Pastentypen darf die Bahn beim Auftreffen der Streichmasse nicht zu heiß sein.

30 Im folgenden wird die Erfindung unter Hinweis auf einige in den Abbildungen der beigefügten Zeichnung schematisch dargestellte Ausführungsbeispiele, auf deren Einzelheiten die Erfindung jedoch nicht beschränkt ist, ausführlich beschrieben.

35 Fig. 1 zeigt schematisch und zum Teil als Blockschema die Erfindung im ganzen, d.h. ein erfindungsgemäßes Steuerungs- und Überwachungssystem und den mit diesem zu steuernden und zu überwachenden Streichprozeß.

40 Fig. 2 zeigt das Funktionsprinzip des erfindungsgemäßen Systems als Ablaufdiagramm.

45 Fig. 3 zeigt ein Beispiel eines Computerüberwachungsbildes des erfindungsgemäßen Systems.

50 Fig. 4 zeigt grafisch die Korrekturkonstante des in der Erfindung verwendeten offenen Parameters als Funktion der Zeit.

55 In Fig. 1 ist ein Beispiel eines mit dem erfindungsgemäßen Verfahren überwachten und gesteuerten Prozesses gezeigt, das im folgenden beschrieben wird. Die zu beschichtende Papierbahn W_{in} kommt in das Streichwerk 30, das aus übereinanderliegenden Streichwalzen 31 und 32 besteht. Die Streichwalzen 31 und 32 bilden zwischen sich einen Streichspalt N , in dem das ein- oder

beidseitig an die Walzen oder die Bahn gespeiste Streichmittel, wie z.B. Leim oder Paste, an die Bahn W gepreßt wird. Nach dem Streichspalt N ist die Bahn W vom Streichmittel befeuchtet und sie wird in vertikalem Zug W_1 zur Beschichtungstrocknung überführt.

Die Beschichtungstrocknereinheit besteht in Laufrichtung der Bahn W aus einem ersten Infratrockner 44, in dem ein- oder beidseitig Infrastrahlung R auf die Bahn W gerichtet wird.

Nach der Infraeinheit 44 wird die Bahn W_2 in drei aufeinander folgende Schwebetrocknereinheiten 40, 50 und 55 geführt. Die Schwebetrocknereinheiten 40, 50 und 55 bestehen aus oberseitigen Gehäuseteilen 41, 51 und 56 und unterseitigen Gehäuseteilen 42, 52 und 57, die untereinander Behandlungszwischenräume 43, 53 und 58 eingrenzen, in denen die Bahn W in an sich bekannter Weise mit heißen Luftstrahlen, zweckmäßig beidseitig, berührungslos getrocknet und getragen wird. Nach der letzten Schwebetrocknereinheit 55 wird die Bahn W_3 in teilweise getrocknetem Zustand in eine Nachtrocknungseinheit 60 überführt, die aus einem kurzen Mehrzylindertrockner besteht, der aus Trockenzylin dern 61, 62, 63, 64 und 65 gebildet wird. Die vollständig getrocknete Bahn W_4 wird danach als Zug W_{out} z.B. zum Aufroller oder dergleichen geführt.

Der Streich- und Trocknungsprozeß ist im vorstehenden sehr schematisch dargestellt. Ein genaueres Beispiel des Prozesses, an dem das erfundungsgemäße Steuerungs- und Überwachungssystem verwendet werden kann, ist in der FI-Anmeldung Nr. 862427 (eingereicht am 6.6.1986) gezeigt. In genannter Anmeldung sind sowohl ein kombinierter Infrarot-Schwebetrockner als auch die Konstruktionen und die Funktion des Schwebetrockners genauer beschrieben.

In Fig. 1 ist das erfundungsgemäße Überwachungssystem schematisch als Einheit 100 dargestellt, die mit dem Prozeßcomputer 110 zusammenarbeitet. Weil das erfundungsgemäße System in der im vorstehenden beschriebenen Weise auch zur Regelung einsetzbar ist, ist in Fig. 1 schematisch eine Regelungseinheit 150 gezeigt, die den Prozeß steuert, der in Abbildung 1 außerdem schematisch als Block 200 dargestellt ist.

In dem erfundungsgemäßen Verfahren werden beim Streichen und bei der Beschichtungstrocknung eine große Anzahl verschiedener Prozeßparametermessungen durchgeführt, die in Fig. 1 durch eingekreiste Bezugsnummern 1 – 25 gekennzeichnet sind. Es folgt eine Liste der einzelnen, die Messungen bezeichnenden Bezugsnummern 1 – 25.

- 1, 19 Flächengewicht (g/m^2) der Bahn
- 2, 20 Feuchtigkeitsgehalt (%) der Bahn
- 3, 21 Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) der Bahn
- 4 el. Speiseleistung (kW) des Infratrockners
- 5, 6, 7 Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) der Blasluft
- 8, 9, 10 Druck (Pa) im Obergehäuse
- 11, 12, 13 Heizleistung (dampfbeheizter Schwebetrockner: bar oder gasbeheizter Schwebetrockner: kg/h)
- 14, 15, 16 Druck (Pa) im Untergehäuse
- 17 Dampfdruck (bar) der Zylinder
- 18 Dampfmenge (t/h) zu den Zylindern
- 22 Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) der Beschichtung
- 23 Maschinengeschwindigkeit (m/min)
- 24 Feuchtigkeit, Temperatur und Trockengehalt der Streichschicht der Bahn nach dem ersten Trockner 40
- 25 Feuchtigkeit, Temperatur und Trockengehalt der Streichschicht der Bahn nach dem zweiten Trockner 50

Wie im vorstehenden gesagt, wird vor dem Streichwerk und dessen Steichpressenspalt N das Flächengewicht der Bahn W (Messung 1), der Feuchtigkeitsgehalt (Messung 2) der Bahn und die Temperatur (Messung 3) der Bahn W gemessen, und die auf diese Weise erzeugten Meßsignale werden über den Anschluß a in die Zentraleinheit 100 geleitet. Am Streichwerk wird z. B. die Temperatur der zu streichenden Streichmasse gemessen und das Meßsignal wird über den Anschluß k zur Zentraleinheit 100 übertragen. An den Schwebetrocknereinheiten 40, 50, 55 werden die Temperaturen der in die oberseitigen Einheiten 41, 51 und 56 zu speisenden Blasluftströme als Messungen 8, 9 und 10 gemessen und die Meßergebnisse werden über die Anschlüsse c und d zur Zentraleinheit 100 geleitet. An der Infraeinheit 44 wird die el. Stromleistungsmessung 4 durchgeführt, welches Meßergebnis über den Anschluß b zur Zentraleinheit 100 geleitet wird. Auf gleiche Weise werden die Heizleistungsmessung 11 der ersten Schwebeeinheit 40, die Heizleistungsmessung 12 der zweiten Schwebeeinheit 50 und die Heizleistungsmessung 13 der dritten Schwebeeinheit 55 sowie die Druckmessungen 14, 15 und 16 der Untergehäuse 42, 52 und 57 durchgeführt und die genannten Meßergebnisse werden über die Anschlüsse e , f und g zur Zentraleinheit 100 geleitet. An der Zylindergruppe 60 wird die Dampfdruckmessung 17 und Dampfmengenmessung 18 der Zylinder 61 – 65 durchgeführt, welche Meßergebnisse über den Anschluß h zur Zentraleinheit 100 geleitet werden. Außerdem werden die Flächengewichtsmessung 19 der Bahn W , die Feuchtigkeitsgehaltsmessung 20 der Bahn und die Bahntemperaturmessung 21 sowie die Geschwindigkeitsmessung 23 der Bahn W hinter dem Nachtrockner 60 an der getrockneten Bahn W_{out} durchgeführt, deren Meßergebnisse über die Anschlüsse i und j zur Zentraleinheit 100 geleitet werden.

Nach Fig. 1 wird zwischen der ersten und zweiten Trockeneinheit 40 und 50 die Meßgeberanordnung 26, Feuchtigkeit, Temperatur und der Trockengehalt der Streichschicht der Bahn W gemessen und die so erhaltenen Meßdaten werden zu einem Meßumformer 24 geführt, der eine Meßsignalserie weitergibt, die über die Anschlüsse c , d in die Zentraleinheit 100 des Meß- und Regelungssystems geleitet wird. Dementsprechend befindet sich im System zwischen der zweiten Trockeneinheit 50 und der dritten Trockeneinheit 55 an der Bahn W eine Meßgeberanordnung 27, von der eine erhältliche Meßsignalserie zu einem Meßumformer 25 geführt wird, der eine Meßsignalserie weitergibt, die ebenfalls über die Anschlüsse c , d in die Zentraleinheit 100 geleitet wird. Von der Zentraleinheit 100 ist eine Reihe Regelungssignale erhältlich, mit der die Trockeneinheiten 40, 50 und 55 derart gesteuert werden, daß zwischen diesen die im voraus eingestellten und vom Regelungs- und Steuerungssystem des erfundungsgemäßen Verfahrens auf weiter unten beschriebene Weise optimierten und adaptierten Werte der Feuchtigkeit, Temperatur und/oder des Trockengehalts der Streichschicht der zu streichenden Papierbahn W beherrscht werden können.

Zu den Meßgeberanordnungen 26 und 27 gehören über der Bahn W quer zu dieser verlaufende Meßbalken, in denen ein Meßgeber für die Feuchtigkeit und ein Meßgeber für den Trockengehalt der Beschichtung der Bahn W und möglicherweise auch ein Temperaturgeber angebracht sind.

Das erfundungsgemäße System umfaßt vorteilhaft auch die Messung der Feuchtigkeit, Temperatur und/oder des Trockengehaltes der Bahn. Zur Präzisierung

des Prozeßmodells können an das System eine oder mehrere der genannten Messungen an geeigneten Stellen angeschlossen werden, wie z.B. eine Trockengehaltsmessung zweckmäßig für den angenommenen Erstarrungsbereich. Die erfundungsgemäße Simulation nutzt genannte Messungen zum Adaptieren. Außerdem ist vorteilhaft, an das System eine Dichtemessung der Streichpaste anzuschließen. Die Online-Messung des Trockengehalts der Paste ist noch ungenau, aber die Dichtemessung ist genauer. Durch laborante Bestimmung des Trockengehalts der Paste als Funktion der Dichte kann das System die vorherige Größe aus dem letzteren Meßergebnis errechnen. In dem System kann die Feuchtigkeit der Abluft des Schwebetrockners gemessen werden. Wenn mit dem System die Feuchtigkeit der Abluft des Schwebetrockners auf vorstehend beschriebene Weise geregelt wird, kann diese Größe mit einer an sich bekannten Vorrichtung gemessen werden.

Im folgenden werden zunächst unter Hinweis auf Fig. 1 und 2 die einzelnen Phasen und die wesentlichen Merkmale des erfundungsgemäßen Verfahrens beschrieben.

In dem erfundungsgemäßen Verfahren wird ein weiter unten genauer beschriebenes Prozeßmodell angewendet, das aufgrund der im vorstehenden unter Hinweis auf Fig. 1 beschriebenen Messungen 1 – 25, von Probeläufen des zu steuernden Prozesses 200 oder dessen Äquivalents und der Trocknungstheorie erstellt worden ist. Aufgrund des genannten Prozesses wird ein weiter unten genauer beschriebenes Computersimulationsprogramm erstellt, das programmiert ist, wenigstens die Verdampfungsleistungen der einzelnen Trocknungseinheiten 44, 40, 50, 55 und 60 und die Feuchtigkeit, Temperatur und den Trockengehalt der Streichschicht der zu streichenden Papierbahn W nach jeder Trockeneinheit 44, 40, 50, 55 und 60 sowie auch die Lage des Erstarrungsbereiches der Streichmasse zu errechnen. In genanntes Simulationsprogramm werden aus der weiter unten genauer beschriebenen Sortenkarte die sortenbezogenen Werte der zu fahrenden Bahnsorte eingegeben, die die Sollwertparameterserie des erfundungsgemäßen Steuerungsverfahrens bilden. In das Simulationsprogramm werden in bestimmten Zeitintervallen automatisch neue Ausgangswerte eingegeben, als welche die von den einzelnen Meßgebern 1 – 25 des Prozesses erhaltenen Meßwerte der Prozeßparameter des Prozesses und außerdem im Labor analysierte Bahn- und Streichmassenproben dienen. Erfundungsgemäß werden die Ungenauigkeiten des genannten Prozeßmodells unter Anwendung eines adaptierenden Prozeßmodells minimiert, in dem ein oder mehr bestimmte Parameter als Veränderliche gelassen sind und/oder die von den neuen Ausgangswerten des Prozesses 200 ausgehend in der richtigen Richtung adaptiert werden derart, daß das Prozeßmodell als Ergebnis für die gemessenen Parameter Werte gibt, die den Meßergebnissen entsprechen. Als genannter offener Prozeßparameter wird zweckmäßig der Wärme- und Stoffübertragungskoeffizient zwischen der zu trocknenden Bahn und der Umgebungsluft verwendet.

Der allgemeine Aufbau des erfundungsgemäßen Verfahrens geht aus Fig. 2 hervor.

Im folgenden wird der Anschluß des Prozeßcomputers 110 an den Prozeß beschrieben.

Der Prozeßcomputer 110 kommuniziert mit dem Prozeß über die I/O-Programme der SIP-Station (SIPS = Serial Interface Process Station). Basisprogramme betreiben das Betriebssystem der SIPS, während die An-

wendungsprogramme die Datenübertragung vom Prozeß zum Prozeßcomputer 110 übernehmen.

Das Betriebssystem des Prozeßcomputers wird im folgenden genauer beschrieben. Es enthält außerdem Programme zum Empfang und zur Bearbeitung der von der SIP-Station kommenden Daten, zur Realisierung der grafischen Bildschirmsdarstellung (Fig. 3), für Trendanzeigen (Fig. 4), zum Speichern sowie zur Simulation der Daten.

Im folgenden wird ein Beispiel für das in der Erfundung anzuwendende Betriebssystem beschrieben.

Der im Leitwartenraum untergebrachte Computer 110 ist mit einem menüartigen Betriebssystem versehen, bei dem sich der Bediener aus der Menüauswahl die gewünschten Funktionen auswählen kann. Das Hauptmenü kann aus folgender Liste bestehen:

1. Überwachen
2. Sorte wählen
3. Fahrparameter ändern
4. Sortenkarte datieren

Vom Hauptmenü wird auf die einzelnen Untermenüs übergegangen, aus denen Zusatzfunktionen für jede Hauptgruppe wählbar sind. Z.B. wird durch die Wahl "Überwachen" auf dem Bildschirm folgendes Untermenü eingeblendet:

- 1.1 Überwachungsbilder der Stationen
- 1.2 Zielbilder der Stationen
- 1.3 Fahrschemata der Stationen
- 1.4 Fahrschema der Maschine
- 1.5 Trendanzeigen
- 1.6 Balkendiagramme

Zu den Fahrparametern sei festgestellt, daß das Anwendungsprogramm derart aufgebaut ist, daß bestimmte feststehende Fahrparameter über das Betriebssystem geändert werden können. Solche Parameter sind:

- Trockengehalt der Paste
- Anzahl der betriebenen Zylinder
- Trockengehalt der immobilen Paste bzw. sog. Erstarrungspunkt

Im folgenden werden die Monitorbilder beschrieben. Hauptbild für jedes Streichwerk im Überwachungssystem ist das in Fig. 3 gezeigte Überwachungsbild, aus dem die für die Trocknung wichtigen Daten ersichtlich sind.

Außerdem können verschiedene Trendbilder wiedergegeben werden. Z.B. gibt der im Simulationsprogramm enthaltene offene Parameter als Funktion der Zeit dem Bediener Informationen aus erster Hand über eine mögliche Störung oder einen Fehler im Prozeß: wenn sich im Parameterwert eine plötzliche Niveauänderung einstellt, zeigt das eine Veränderung im Prozeß an. Fig. 4 zeigt ein Beispiel für diesen Bildtyp, wobei als offener Parameter der genannte Wärme- und Stoffübertragungskoeffizient zwischen Trocknungsluft, zu trocknender Bahn und deren Umgebungsluft dient.

Außer dem offenen Parameter ist vorteilhaft, z.B. Trendbilder von folgenden Größen anzuzeigen:

- Temperatur der Blasluft der Schwebetrockner
- Gesamtenergieverbrauch
- Gesamtverdampfung
- Gesamtgas-/dampfmenge

Im folgenden werden die Unterbrechungen und Alarne des Systems beschrieben. Die Meldung über den Beginn einer Unterbrechung ist als Binärimformation über die SIPS-Einheit erhältlich. Wenn die Unterbrechungsinformation eintrifft, stoppen die Simulationsprogramme, womit u.a. auf den Überwachungsbildern der Zustand vor der Unterbrechung verbleibt. Mit Hilfe dieser Information kann der Prozeß schnell wieder auf seinen vorherigen Status gefahren werden. Nach Eingang der Information über das Ende der Unterbrechung startet das System seine Funktion automatisch.

Mit dem erfindungsgemäßen System läßt sich klären, wie sich die Verdampfung unter den Trocknungseinheiten verteilt. Die erhaltenen Verdampfungswerte gleichen sich an die manuell genommenen Feuchtigkeitsproben an.

Mit dem erfindungsgemäßen System kann die gleiche Verdampfung für bestimmte Sorten in verschiedenen Fahrschnitten wiederholt werden. Mit dem erfindungsgemäßen System sind für das Bestreben, die Trocknung zu optimieren, zusätzliche Daten über Qualität, Leistung und/oder Energieverbrauch erhältlich. Die Zusatzinformationen sind erhältlich dadurch, daß die optimalen Fahrzustände im Speicher der Anlage unter verschiedenen Verdampfungsbedingungen datiert werden. Gleichzeitig werden Qualitätsdaten durch Labortests sowie Messungen an der Streichmaschine gesammelt. Aufgrund dieser Daten läßt sich ein Qualitätskartsystem erstellen, das Auskunft darüber gibt, wie die einzelnen Papiersorten getrocknet werden müssen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung, Steuerung und/oder Überwachung der Beschichtungstrocknung einer Bahn (W), wobei in dem Verfahren eine endlose Papier- oder Kartonbahn (W) durch ein oder mehrere Streichwerke (30) geführt wird, in welchen auf eine oder beide Seiten der Bahn Streichmasse aufgetragen wird, mit welcher behandelt die Bahn (W_1) zur Beschichtungstrocknung durch einen oder mehrere Trockner (44, 40, 55, 60) geführt wird, in dem/denen Mehrzylindertrocknung (60) und/oder berührungslose Luftschwebetrocknung (40, 50, 55) und/oder Infrastrahlungstrocknung (44) angewendet wird, und in dem Verfahren ein Computer (110) zur Prozeßsteuerung eingesetzt wird, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Verfahren ein Prozeßmodell angewendet wird, das aufgrund von Probelaufen, On-line-Messungen und/oder der Trocknungstheorie des zu steuernden Prozesses oder dessen Äquivalents erstellt ist, daß aufgrund des genannten Prozeßmodells wenigstens die Feuchtigkeit, Temperatur der zu streichenden Papierbahn und/oder der Trockengehalt der Streichschicht nach jedem der genannten Trockner berechnet werden, daß aus einer sog. Sorten- und Rezeptkarte sortenspezifische Sollwertparameter, die der zu fahrenden Bahnsorte entsprechen, in das Trockenmodell gegeben werden, daß in bestimmten Zeitabständen in das Simulationsprogramm neue Ausgangswerte eingegeben werden, als welche die von den verschiedenen Meßgebern (1-25) des Beschichtungstrocknungsprozesses erhaltenen Meßwerte ($a-k$) der Prozeßparameter und möglicherweise im Labor analysiert

te Bahn- und Beschichtungsproben verwendet werden, daß zur Minimierung der Ungenauigkeiten des Prozeßmodells in dem Verfahren ein adaptierendes Prozeßmodell angewendet wird, zu welchem Zweck im Prozeßmodell ein oder mehr bestimmte Parameter als Veränderliche gehalten werden, die von den neuen Prozeß-Ausgangswerten ausgehend in der richtigen Richtung adaptiert werden derart, daß das Prozeßmodell die Ergebnis für die gemessenen Parameter Werte gibt, die den Meßergebnissen entsprechen, und

daß als letztgenannte Parameter die Feuchtigkeit, Temperatur der Bahn und/oder der Trockengehalt der Streichschicht gemessen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aufgrund des genannten Prozeßmodells zusätzlich die Verdampfungsleistungen der einzelnen Trocknungseinheiten und/oder die Trockengehalte und Temperaturen der zu streichenden Papierbahn nach jedem der genannten Trockner berechnet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren zur Überwachung des Beschichtungstrocknungsprozesses angewendet wird und daß für den Bediener mit dem Überwachungssystem simulierte Werte für die Verdampfung, Feuchtigkeiten, Temperaturen und Trockengehalte der Papierbahn und/oder entsprechende aus dem Prozeß gemessene direkte Meßwerte und/oder die Lage des Erstarrungsbereiches der Streichpaste angezeigt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitenden Überwachungssystem im Computerspeicher für den Beschichtungstrocknungsprozeß wichtige Fahrparameter gesammelt werden, die im Steuerungs- und Überwachungssystem des Trocknungsprozesses genutzt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren zur Optimierung der Beschichtungstrocknung bezüglich der Qualität der zu streichenden Bahn, Trocknungsleistung oder des Energieverbrauchs zwischen den einzelnen Trocknungseinheiten angewendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als offen gelassene Prozeßparameter veränderliche der Wärme- und Stoffübertragungskoeffizient zwischen der zu trocknenden Bahn und der Umgebungsluft verwendet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren zur Steuerung des Beschichtungstrocknungsprozesses verwendet wird derart, daß mit dem Verfahren optimale Sollwerte für die Temperatur und Geschwindigkeit der Blasluft des Schwebetrockners und/oder die elektrische Leistung des einzusetzenden Infratrockners und/oder den Dampfdruck der dampfbeheizten Trockenzyylinder geregelt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Verfahren im Computerspeicher der Anlage fahrparametrische Daten und Daten über simulierte Werte für verschiedene Verdampfungsbedingungen gesammelt werden, und daß gleichzeitig in Labortests sowie an der Streichmaschine durchzuführenden Messungen Qualitätsdaten gesammelt werden, und daß aufgrund der im vorstehenden genannten Daten Sor-

tenkarten für die verschiedenen zu streichenden Qualitäten aufgestellt werden, die in dem Verfahren als sortenspezifische Sollwertparameterserien genutzt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Verfahren der Prozeß gesteuert wird, wobei auf dessen verschiedene Trocknungsenergieformen Gewicht gelegt wird, wie z.B. die Anteile des in die Trockenzylinder einzuspeisenden Dampfes, des in die Infratrockner einzuspeisenden el. Stroms und des die Schwebetrocknerluft heizenden Erdgases, und daß mit dem Verfahren die bei verschiedenen Fahrweisen entstehenden Energiekosten untereinander verglichen werden, wobei die Qualitätseigenschaften der Bahn berücksichtigt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren bei Unterbrechungen des Beschichtungstrocknungsprozesses angewendet wird derart, daß, wenn das System eine Unterbrechungsinformation erhält, das Simulationsprogrammpaket anhält, wobei der der Unterbrechung vorangegangene Prozeßstatus eingespeichert wird, und daß der Prozeß mit Hilfe der genannten Statusinformation im wesentlichen auf seinen vorherigen Status gefahren wird zweckmäßig derart, daß nach Erhalt der Information über das Ende der Unterbrechung das System automatisch seine Funktion aufnimmt.

30

35

40

45

50

55

60

65

3901378

1 / 3

Nummer:
Int. Cl. 4:
Anmeldestag:
Offenlegungstag:

39 01 378
F 26 B 21/06
19. Januar 1989
10. August 1989

22
Fig. : 22 : 1

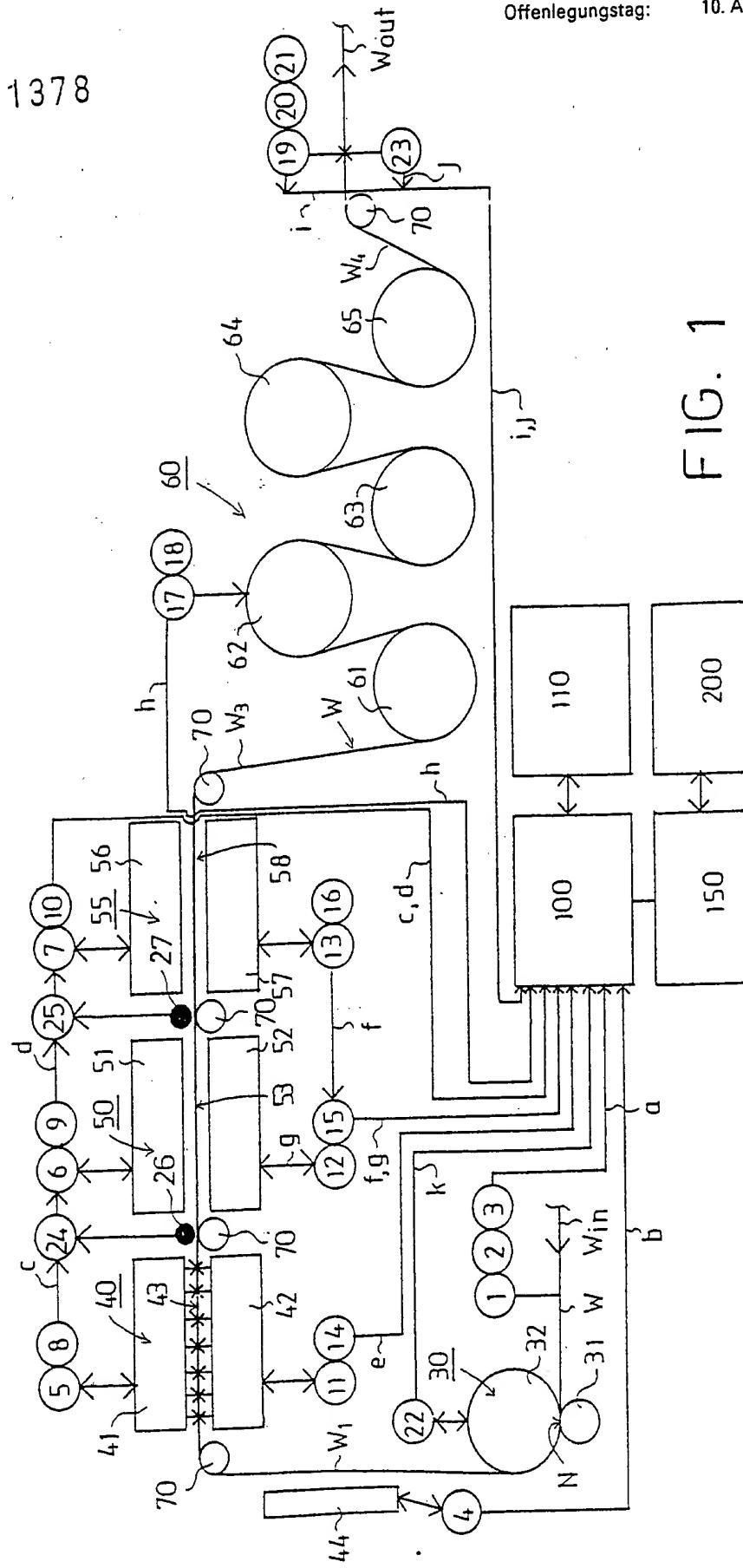


FIG.

3901378

23

FIG. 2

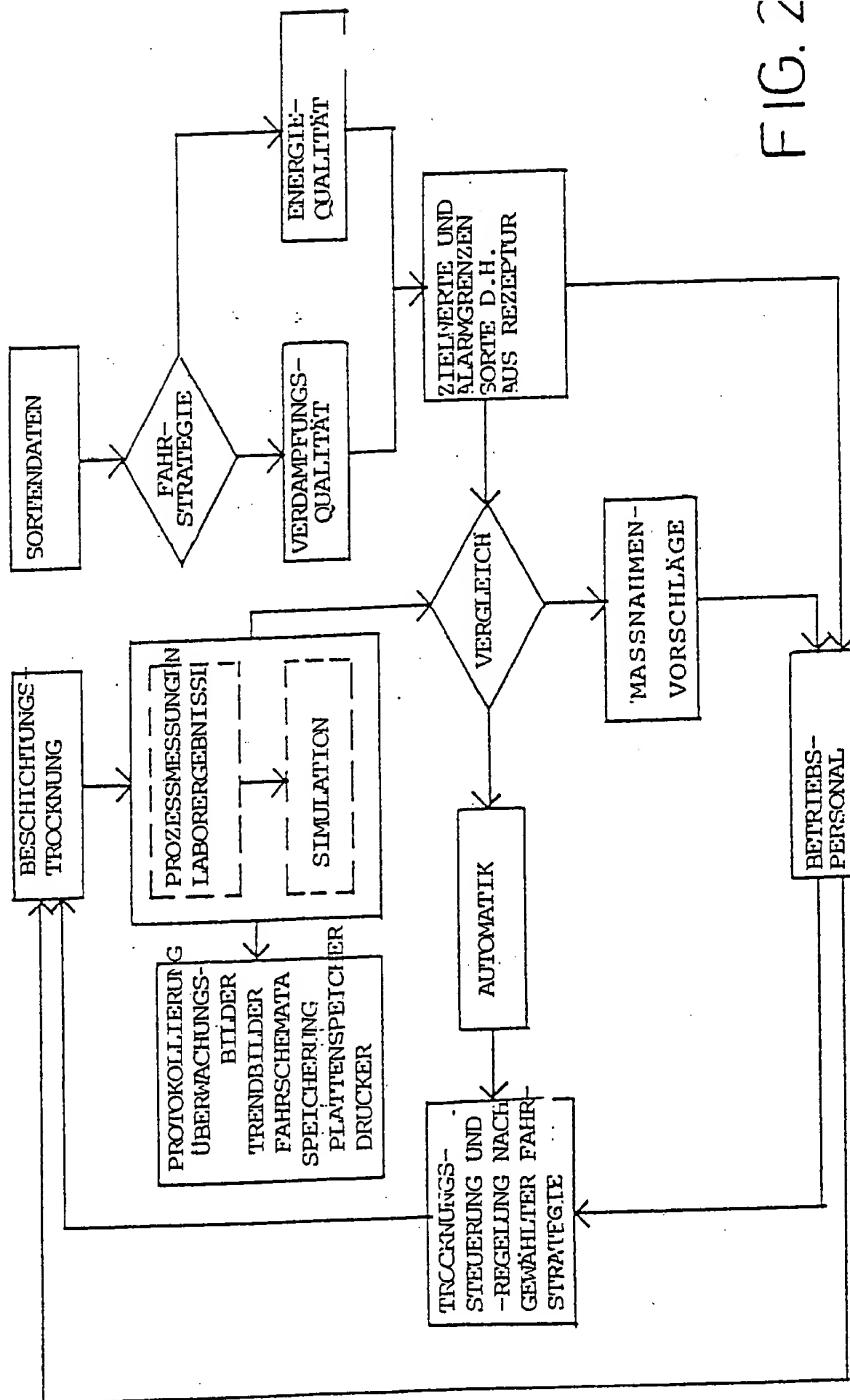
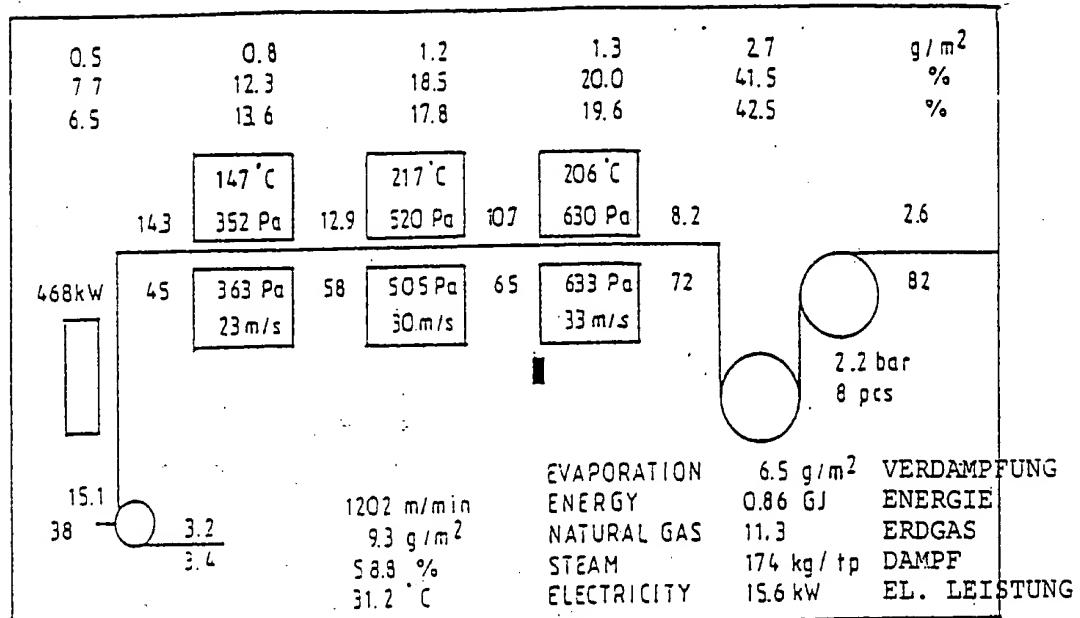


Fig. 124:101

3901378

24*

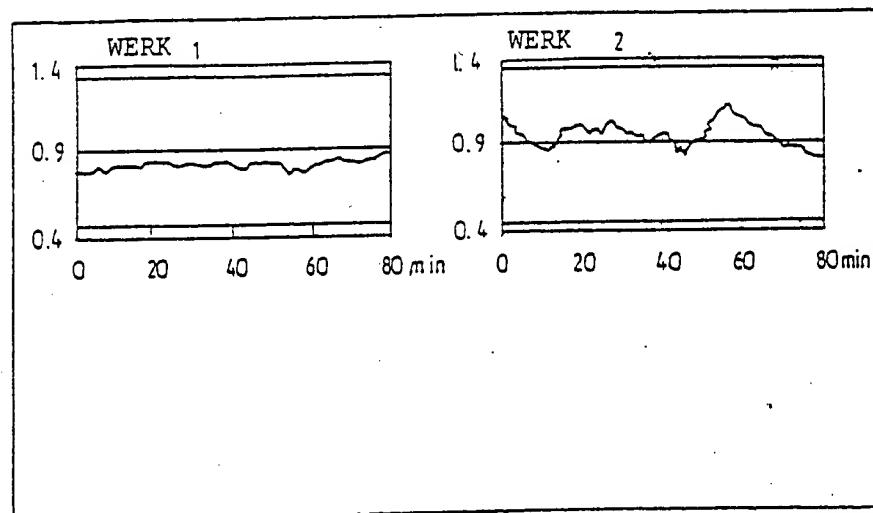
STREICHWERK 1
COATING STATION 1

EXIT → BACK TO MENU NEXT SCREEN → STATION 2 GRADE NR
 AUSGANG RÜCKKEHR ZUM MENÜ NÄCHSTES BILD WERK 2 SORTE

■ = ERSTARRUNGSPUNKTMARKE

FIG. 3

OFFENER PARAMETER



AUSGANG - RÜCKKEHR ZUM MENÜ NÄCHSTES BILD - TREND 24 h BERECHNUNG LÄUFT

FIG. 4